

6. Крамер П. Физиология древесных растений / П. Крамер, Т. Козловский. – М. : Гослесбумиздат, 1963. – 627 с.
7. Кушніренко М.Д. Методы оценки засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушніренко, Г.П. Курчатова, Е.В. Крюкова. – Кишинев : Изд-во "Штиинца", 1975. – 21 с.
8. Кушніренко М.Д. Методы сравнительного определения засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушніренко, Э.А. Гончарова, Г.П. Курчатова // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Л. : Изд-во "Колос", 1976. – С. 87-97.
9. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф.М. Шакирова. – Уфа : Изд-во "Гилем", 2001. – С. 3-6.
10. Шматько И.Г. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам / И.Г. Шматько, И.П. Григорюк, О.Е. Шведова. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1989. – 224 с.

Баюра А.М. Засухоустойчивость ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) и его декоративных форм в условиях Правобережной Лесостепи Украины

Исследована засухоустойчивость *F. excelsior* L. и его 4 декоративные формы: "Albo-variegata", "Aurea", "Monophylla Pendula", "Pendula". На основе полученных данных выделены три группы с показателями высокой, средней и низкой засухоустойчивости. За физиологическими показателями установлено, что исследуемые экземпляры являются засухоустойчивыми в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Ключевые слова: декоративные формы, засухоустойчивость, водный режим

Bayura A.M. Drought resistance of Common ash (*Fraxinus excelsior* L.) and its ornamental forms in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Investigated drought resistance of *F. excelsior* L. and its 4 ornamental forms: "Albo-variegata", "Aurea", "Monophylla Pendula", "Pendula". On the basis of findings selected three groups with the indexes of high, middle and low drought resistance. It is set after physiological indexes, that the studied specimens are drought-resisting in the conditions of Right-bank Forest-steppe of Ukraine.

Keywords: ornamental forms, drought resistance, water conditions.

УДК 630*228

Ст. наук. співроб. С.В. Бойко, канд. с.-г. наук –
УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького, м. Харків

**ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТКИ ДЕРЕВ, РОЗМІЩЕНИХ ГРУПАМИ,
У ПРИРОДНИХ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНАХ**

У природних сосняках як за допомогою методики кутового індексу, так і за методикою половини середньої відстані підтверджено наявність біогруп у соснових деревостанах усіх аналізованих вікових груп (I, II і IV класи віку). Середня частка дерев, розміщених групами, становила за методикою кутового індексу 23 %, а за методикою половини середньої відстані – 15 %.

Ключові слова: горизонтальна структура деревостану, кутовий індекс, біогрупи.

Вступ. Вивчення особливостей структури лісових екосистем допомагає зрозуміти внутрішні взаємозв'язки між особинами популяції, зокрема явища конкуренції і кооперації, а також відмирання та виживання дерев дає змогу отримати уявлення про історію розвитку деревостану, окреслити ступінь антропогенних змін у лісових біоценозах. Пізнання цих процесів має також практичне значення, зокрема як важливий інструмент для розроблення заходів щодо раціоналізації систем лісовідновлення, доглядових рубань, а у лісовпорядкуванні – під час створення різноманітних моделей росту та розвитку деревостанів. Тип розміщення дерев у деревостані істотно впливає на фор-

мування загального запасу деревини, тому визначення типу просторової структури може мати також і економічне значення.

Соснові ліси зростають найчастіше у бідних типах лісорослинних умов, що істотно обмежує можливості формування мішаних деревостанів. Збільшення їх біологічного різноманіття можливе, зокрема внаслідок ускладнення вікової і просторової структури. Збільшення просторової диференціації як горизонтальної, так і вертикальної сприяє підвищенню стабільності деревостану. Наявність біогруп може істотно збільшити структурну різноманітність соснових деревостанів, одночасно підвищуючи їхню стійкість до шкідливих впливів зовнішніх чинників. Частка дерев, розміщених групами, може бути індикатором оцінювання природності лісів.

Тип горизонтальної структури можна встановити за допомогою різних методик як графічних, так і статистичних. Дедалі частіше для оцінювання типу розміщення об'єктів на площині, зокрема, дерев у деревостанах, застосовують методики, що базуються на визначенні кутів між об'єктами [3, 7, 9, 17]. Найчастіше застосовують методику кутового індексу [2, 5, 7, 15]. Кутовий індекс (W_i) описує тип розміщення дерев, сусідніх для певного дерева на підставі кутів між ними. Він дає змогу кількісно визначити частку дерев, що репрезентують різні типи розміщення в невеликому (1-15 м) просторовому масштабі. Завдяки цьому є можливе, наприклад, визначення, яка частина дерев у деревостані формує групи, а яка розміщена рівномірно або випадково.

Влочевські [19], застосувавши візуальний метод аналізу горизонтальної структури на постійних пробних площах у змішаних деревостанах Біловезького національного парку, визначив, що частка дерев, розміщених групами, становить 56 %. Бжезецькі [6] на тих самих стаціонарах за допомогою статистичних методик встановив, що частка дерев, які формують біогрупи, становить близько 25 %.

Влочевські [19] зазначає, що дерева в біогрупах мають краще розвинуену кореневу систему, ніж дерева, розміщені рівномірно. Однією з найважливіших властивостей біогруп він вважає зростання коріння дерев одного виду. Так, Костлер зі співавторами [13] спостерігав поєднання в одну групу 110 дерев внаслідок зростання коріння. На явище зростання коріння звертав увагу також Гончар [1]. Зайончковські [21] акцентує на тому, що явище зростання коріння дерев у біогрупах має як позитивні наслідки (краще забезпечення дерев водою та поживними речовинами), так і негативні (може сприяти поширенню грибних і вірусних хвороб).

Дослідження, проведені Зайончковским [20], свідчать, що в соснових молодняках 40-70 % найкраще розвинених дерев росте в групах різної величини. Като і Мульдер теж підтверджують, що дерева з високими технічними характеристиками стовбура часто розміщені групами [10-12, 14].

Об'єктами дослідження були природні деревостани сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на постійних пробних площах відділу лісівництва Польського науково-дослідного інституту лісового господарства (IBL) Було закладено також кілька нових пробних площ для дослідження підросту сосни. Загалом дослідження виконано на 17 пробних площах у шістьох надлісництвах у різних регіонах Польщі (табл. 1).

Табл. 1. Загальна характеристика дослідних об'єктів

№ з/п	Надлісництво	Лісництво	Квартал, виділ	Розміри, м	Площа, га	Вік деревостану, років
1.1-1.9	Острів Мазовецька*	Турка	15 с	450×40	1,8	39
2	Юзефув*	Фришарка	98 m	100×200	2	78
3	Завадзке*	Пьотровіна	143 k	80×140	1,12	75
4	Завадзке*	Пьотровіна	143 k	100×140	1,4	75
5	Завадзке*	Пьотровіна	143 k	40×140	0,56	75
6	Сьверчина	Ляскі	123 h	20×20	0,04	14
7	Сьверчина	Єлені Сток	147 f	20×20	0,04	11-17
8	Старе Яблонкі	Ляскі	140 b	10×20	0,02	9
9	Міломлин	Дргаліце	11 h	10×20	0,02	6

* – постійні пробні площі відділу лісівництва IBL

Методика. Кутовий індекс W_i описує спосіб розміщення сусідніх, у відношенні до певного дерева, дерев на підставі кутів між ними [8]. У випадку врахування n найближчих сусідів, очікуване значення кута між двома сусідніми деревами становить $360^\circ/n$. Наприклад, у випадку чотирьох сусідів – $360^\circ/4=90^\circ$. Цей кут називають стандартним кутом α_0 (рис. 1).

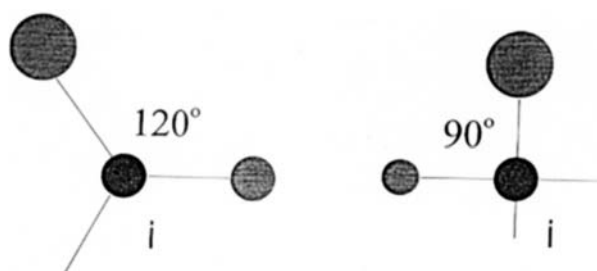


Рис. 1. Стандартний кут

Кутовий індекс визначається як частка тих кутів α , які є меншими, ніж теоретичне стандартне значення α_0 .

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_j,$$

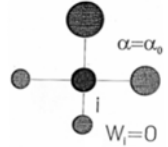
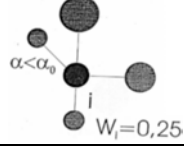
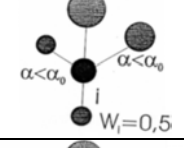
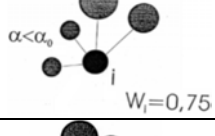
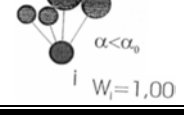
$Z_j = 1$ – у випадку, коли j -й кут є меншим або дорівнює куту α_0 , $Z_j = 0$ – у протилежному випадку.

Розподіл значень W_i дає змогу оцінити тип розміщення дерев у деревостані. У випадку, коли $n = 4$, W_i може приймати одне з п'яти значень (табл. 2).

Для уникнення помилки, спричиненої т.з. ефектом країв, під час визначення кутового індексу не враховуються дерева, розміщені в буферній зоні поблизу меж проби. Можливі три основні типи розподілу значень W_i , що відповідають випадковому, рівномірному та груповому розміщенню. Граничним значенням, що дає змогу відмежувати випадкове розміщення від групового, є значення $\bar{W} = 0,6$ [15]. Тобто якщо значення $\bar{W} > 0,6$, то можна стверджувати, що розміщення є груповим. Граничним значенням, що дає змогу відокремити випадковий тип розміщення від рівномірного, є значення $\bar{W} = 0,5$. Якщо $\bar{W} < 0,5$, то можна стверджувати, що розміщення є рівномірним [15]. Ана-

ліз горизонтальної структури за методикою кутового індексу виконано в програмі Crancod 1.3 [16].

Табл. 2. Середнє значення ($\bar{W}$) кутового індексу як підстава для визначення типу розміщення дерев

0	жоден з кутів α не є меншим, ніж α_0 , тобто всі чотири кути α рівні α_0 – дерева розміщені дуже рівномірно	
0,25	один із кутів α є меншим від α_0 – дерева розміщені рівномірно	
0,5	два з кутів α є меншими від α_0 – дерева розміщені випадково	
0,75	три з кутів α є меншими від α_0 – дерева розміщені нерегулярно, наближено до групового розміщення	
1	всі чотири кути α є меншими від α_0 – дерева розміщені дуже нерегулярно, групами	

Зайончковські і Бойко [4] запропонували методику визначення частки дерев, розміщених групами (потенційних біогруп), на підставі аналізу відстані між деревами і порівняння її з середньою відстанню між деревами, прийнявши за граничне значення, що відділяє групове розміщення від випадкового половину середньої відстані між деревами. Тобто дерева, наближені одне до одного на відстань меншу, ніж $\frac{1}{2}$ середньої відстані між деревами, будуть вважатися членами групи. Підставою для цього слугує визначення біогрупи, запропоноване Влочевським [18]. Влочевські груповим називає таке розміщення дерев, за якого між деревами в групі відстані є помітно меншими, ніж між деревами групи і деревами з-поза групи.

Аналіз за методикою половини середньої відстані здійснено з використанням програми R 2.5.1 з модифікацією процедур, виконаною Л. Болібоком. У програмі R 2.5.1 виконано 57 карт розміщення груп дерев. Приклад карти розміщення подано на рис. 2

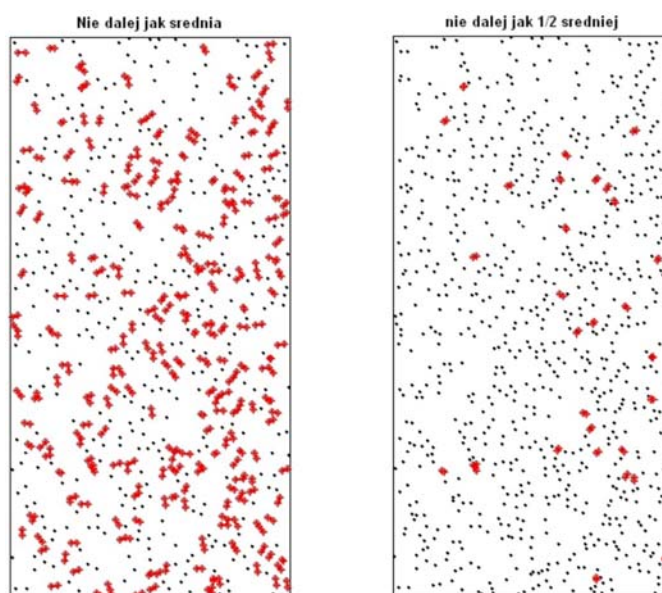


Рис. 2. Розміщення груп дерев на пробній площі № 2

Результати:**1. За методикою кутового індексу.**

Середня частка всіх дерев, розміщених групами, у деревостанах I класу віку становила 25 %, II класу віку – 26,7 %, IV класу віку – 18,1 %; живих дерев – 26 %, мертвих дерев – 36,3 %.

За біосоціальними класами середня частка дерев, розміщених групами, становила:

- 1 біосоціального класу в деревостанах II класу віку – 24 %, IV класу віку – 20,8 %;
- 2 біосоціального класу в деревостанах II класу віку – 29 %, IV класу віку – 32,2 %;
- 1 і 2 біосоціальних класів разом у деревостанах II класу віку – 26,3 %, IV класу віку – 18,6 %;
- 3 і 4 біосоціальних класів разом у деревостанах II класу віку – 32,2 %;
- кращих у деревостанах II класу віку – 25 %, IV класу віку – 19,6 %.
- За класами діаметра середня частка дерев, розміщених групами, становила:
- найтонших у деревостанах I класу віку – 22,3 %, II класу віку – 32,5 %, IV класу віку – 25,3 %;
- середнього діаметра в деревостанах I класу віку – 25,4 %, II класу віку – 29,7 %, IV класу віку – 21,7 %;
- найтовстіших у деревостанах I класу віку – 21,5 %, II класу віку – 23,4 %, IV класу віку – 16,6 %.
- За класами висоти середня частка дерев, розміщених групами, становила:
- найнижчих у деревостанах I класу віку – 28,1 %, II класу віку – 33,7 %, IV класу віку – 28,5 %;
- середньої висоти в деревостанах I класу віку – 17,5 %, II класу віку – 33,7 %, IV класу віку – 26,6 %;
- найвищих у деревостанах I класу віку – 24,6 %, II класу віку – 30,4 %, IV класу віку – 26,4 %.

2. За методикою половини середньої відстані.

Для всіх дерев частка розміщених ближче ніж $\frac{1}{2}$ середньої відстані становила:

- у деревостанах I класу віку від 10,7 % до 20,2 %, середня – 14,6 %;
- у деревостанах II класу віку від 14,7 % до 25,1 %, середня – 19,3 %;
- у деревостанах IV класу віку від 5,2 % до 7,1 %, середня – 6,4 %.

Для живих дерев частка розміщених ближче ніж $\frac{1}{2}$ середньої відстані, у деревостанах II класу віку становила від 10,9 % до 24,6 %, середня – 19,6 %, а для мертвих дерев – від 22,1 % до 45,5 %, середня – 31,9 %. Для дерев 1 і 2 біосоціальних класів частка розміщених ближче ніж $\frac{1}{2}$ середньої відстані становила: у деревостанах II класу віку – від 10,3 % до 18,8 %, середня – 15,5 %; у деревостанах IV класу віку – від 4,7 % до 6,7 %, середня 5,6 %. Для дерев 3 і 4 біосоціального класу частка розміщених ближче ніж $\frac{1}{2}$ середньої відстані у деревостанах II класу віку становила від 14,3 % до 33,3 %, середня – 24,6 %.

Висновки. Результати аналізу розміщення дерев у природних сосняках як за допомогою методики кутового індексу, так і за методикою половини середньої відстані однозначно підтверджують гіпотезу про сталість біог-

руп у соснових деревостанах і вказують на наявність груп дерев у деревостанах усіх аналізованих вікових груп (I, II і IV класи віку). Середня частка дерев, розміщених групами, для всіх дерев на всіх пробних площах становила за методикою кутового індексу 23 %, а за методикою половини середньої відстані – 15 %.

Наявність груп дерев виявлено в деревостанах усіх аналізованих вікових груп. Наявність певної кількості дерев, розміщених групами, виявлено також унаслідок загального випадкового типу розміщення. Навіть у випадку, коли кількість груп є недостатньою для статистичного підтвердження групового типу розміщення дерев, треба враховувати екологічну і господарчу важливість наявності таких груп, оскільки навіть невелика їхня частка може позитивно впливати на підвищення стійкості деревостану до дії несприятливих чинників навколишнього середовища, тому під час здійснення доглядових рубань в соснових деревостанах природного походження, для підвищення їх стабільності та продуктивності, потрібно враховувати природну тенденцію формування сталих біогруп.

З екологічного та лісівничого погляду важливою є наявність біогруп, навіть в дуже малому просторовому масштабі та у випадку, коли частка дерев, розміщених групами, є невеликою, оскільки це збільшує диференціацію структури деревостану, що позитивно впливає на збільшення його стійкості до шкідливих чинників середовища. З господарчої позиції важливим є врахування природних особливостей просторової структури деревостанів у разі розроблення чи модифікації систем доглядових рубань з метою підвищення їх ефективності для формування стійких і високопродуктивних деревостанів.

Література

1. **Гончар М.Т.** Биологические группы подроста в сосновых лесах юга лесостепи / М.Т. Гончар // Записки ХСХИ. – 1957. – Т. XVI. – С. 117-133.
2. **Albert M.** Analyse der eingriffsbedingten Strukturveränderung und Durchforstungsmodellierung in Mischbeständen: Dissertation Universität Göttingen / M. Albert. – Göttingen, 1999. – 181 p.
3. **Assun Ção R.M.** Testing spatial randomness by means of angles / R.M. Assun Ção // Biometrics. – 1994. – Vol. 50. – PP. 513-537.
4. **Boiko S.** Typy rozmieszczenia drzew w drzewostanach sosnowych różnego wieku z odnowienia naturalnego. Praca doktorska / S. Boiko. – Sękocin Stary, 2010. – 149 p.
5. **Brzeziecki B.** Wskaźniki różnicowania struktury drzewostanu / B. Brzeziecki // Sylwan. – 2002. – Vol. 4. – PP. 69-79.
6. **Brzeziecki B.** Biogrupy drzew w lesie naturalnym: czy prof. Włoczewski miał rację? // Sylwan. – 2004. – Vol. 7. – PP. 3-10.
7. **Gadow K.** Das Winkelmaß – ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbeständen / K. Gadow, G. Hui, M. Albert // Jahrgang, 1998. – Vol. 115/1. – PP. 1-9.
8. **Gadow K.** Beziehungen zwischen Winkelmaß und Baumabständen / K. Gadow, G. Hui, B.W. Chen, M. Albert // Forstw. Clb. – 2003. – Vol. 122. – 127-137.
9. **Hui G.** Reproduktion der Baumverteilung im Bestand unter Verwendung des Strukturparameters Winkelmaß / G. Hui, M. Albert, B. Chen // Allg. Forst-u. Jagdztg. – 2003. – Vol. 174. – PP. 5-6.
10. **Kató F.** Begründung der qualitativen Gruppendurchforstung / F. Kató. – Göttingen: Habilitationsschrift. – 1973. – 146 p.
11. **Kató F.** Qualitative Gruppendurchforstung der Buche – Wertentwicklung nach 15 Jahren / F. Kató, D. Mülder // Allg. Forst-u. Jagdztg. – 1983. – Vol. 8. – PP. 170-203.

12. **Kató F.** Qualitative Gruppendurchforstung der Buche – Wertentwicklung nach 25 Jahren. / F. Kató, D. Mülder // Allg. Forst-u. Jagdztg. – 1992. – Vol. 11/12. – Pp. 163-197.
13. **Köstler J.** Die Wurzeln der Waldbäume / J. Köstler, E. Brückner, H. Bibelriether. – Hamburg: Verlag Paul Parey. – 1968. – 284 p.
14. **Mülder D.** Nur Individuenauswahl oder auch Gruppenauswahl? / D. Mülder // Göttingen: Schriften aus der forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. – 1990. – Band 96. – 53 p.
15. **Nagel J.** Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationsystems für Nordwestdeutschland // J. Nagel // Göttingen: Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt. – 1999. – Band 128. – 122 p.
16. **Pommerening A.** Crancod – A program for the analysis and reconstruction of spatial forest structure. Manual / A. Pommerening, Bangor, University of Wales. – 2006. – PP. 1-24.
17. **Staupendahl K.** Estimating the spatial distribution in the forest stands by counting small angles between nearest neighbors / K. Staupendahl W. Zucchini // Allg. Forst-u. Jagdztg. – 2006. – Vol. 177. Jg., 8/9. – PP. 160-168.
18. **Włoczewski T.** Materiały do poznania zależności między drzewostanem i gleba w przestrzeni i czasie / T. Włoczewski // Prace IBL. – 1954. – Vol. 123. – PP. 161-249.
19. **Włoczewski T.** Dynamika rozwoju drzewostanów w oddziale 319 Białowieskiego Parku Narodowego / T. Włoczewski // Folia Forest. Pol. – 197. – Vol. 20. – PP. 5-37.
20. **Zajączkowski J.** Stabilisierende Gruppendurchforstung in Kiefernbeständen / J. Zajączkowski // Forstarchiv. – 1990. – Vol. 61(1). – PP. 39-40.
21. **Zajączkowski J.** Biogrupy drzew w drzewostanach – możliwość i celowość ich wykorzystania przy prowadzeniu trzebieży / J. Zajączkowski // Prace IBL. – 1994. – Ser. A. – Vol. 778. – PP. 5-38.

Бойко С.В. Определение процента деревьев, размещённых группами, в естественных сосновых древостоях

В естественных сосняках с помощью методики углового индекса и методики половины среднего расстояния выявлены биогруппы деревьев во всех анализируемых возрастных группах (I, II и IV классы возраста). Средний процент деревьев, размещённых группами, составляет, согласно методики углового индекса, 23 %, а согласно методики половины среднего расстояния – 15 %.

Ключевые слова: горизонтальная структура древостоя, угловой индекс, биогруппы.

Boiko S.V. Determine the percent of trees with clusters type of deployment in the Scots pine stands of natural origin

In the natural origin Scots pine stands of I, II, IV age class revealed sustainable biogroups. The average percent of trees with clusters type of deployment by methodics of angle index was 23 %, and by methodics of half of distance between the trees – 15 %.

Keywords: horizontal spatial pattern, angle index, biogroups.

УДК 630*5+630.221*76

Аспір. С.І. Гайчук; доц. О.А. Гірс, д-р с.-г. наук –
НУБіП України, м. Київ

**ЛІСІВНИЧО-ТАКСАЦІЙНА СТРУКТУРА ПЕРЕСТІЙНИХ
БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

Викладено поширення, особливості лісівничо-таксаційної структури та стан перестійних букових насаджень Українських Карпат. Встановлено, що перестійні букові деревостани характеризуються низькою біологічною стійкістю та товарною структурою, а тому потребують заміни молодими буковими насадженнями.

Ключові слова: букові деревостани, продуктивність лісів, лісорослинні умови, запас деревини.